

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal
Breno Vieira de Moraes

Interação intraguilha do parasitoide *Trissolcus brochymenae* (Hymenoptera: Platygasteridae)
em ovos de *Podisus nigrispinus* e *Podisus sagitta* (Hemiptera: Pentatomidae)

Diamantina

2021

Breno Vieira de Moraes

Interação intraguilha do parasitoide *Trissolcus brochymenae* (Hymenoptera: Platygasteridae)
em ovos de *Podisus nigrispinus* e *Podisus sagitta* (Hemiptera: Pentatomidae)

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Lourenço de Assis Júnior

Diamantina

2021

Ficha Catalográfica – Sistema de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecário

M827i

Moraes, Breno Vieira de

2021 Interação intraguilha do parasitoide *Trissolcus brochymenae* (Hymenoptera: Platygasteridae) em ovos de *Podisus nigrispinus* e *Podisus sagitta* (Hemiptera: Pentatomidae) [manuscrito] / Breno Vieira de Moraes. -- Diamantina, 2021. 39 p. : il.

Orientador: Prof. Sebastião Lourenço de Assis Júnior.

Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) -- Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Diamantina, 2021.

1. Controle biológico. 2. Parasitoide de ovos. 3. Percevejospredadores. I. Assis Júnior, Sebastião Lourenço de. II. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFVJM com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Bibliotecário Rodrigo Martins Cruz / CRB6-2886 Técnico em T.I.
Thales Francisco Mota Carvalho

Breno Vieira de Moraes

Interação intraguilda do parasitoide *Trissolcus brochymenae* (Hymenoptera: Platygasteridae)
em ovos de *Podisus nigrispinus* e *Podisus sagitta* (Hemiptera: Pentatomidae)

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Lourenço de Assis Júnior

Data de aprovação

08 / 02 / 2021



Documento assinado eletronicamente por **Sebastião Lourenço de Assis Júnior, Servidor**, em 01/03/2021, às 23:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

Prof. Dr. Sebastião Lourenço de Assis Júnior



Documento assinado eletronicamente por **Estela Rosana Duraes Vieira, Usuário Externo**, em 02/03/2021, às 09:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

Prof. Dra. Estela Rosana Durães Vieira



Documento assinado eletronicamente por **Juliano de Bastos Pazini, Usuário Externo**, em 02/03/2021, às 18:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

Dr. Juliano de Bastos Pazini



Documento assinado eletronicamente por **Marcus Alvarenga Soares, Servidor**, em 04/03/2021, às 16:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

Prof. Dr. Marcus Alvarenga Soares



Documento assinado eletronicamente por **Gilson Geraldo Soares de Oliveira Júnior, Usuário Externo**, em 22/03/2021, às 22:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

Dr. Gilson Geraldo Soares de Oliveira Júnior



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufvjm.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0295729** e o código CRC **9CDB2667**.

**Diamantina
2021**

Dedico este trabalho à Ítalo Paoli, que me incentivou e motivou a entrar no mestrado com apoio incondicional.

Agradecimentos

Agradeço à UFVJM.

À Deus, aos meus pais, irmãs, Ítalo e amigos.

Aos colegas da pós que se tornaram amigos, que conviveram comigo no Laboratório de Controle Biológico durante esses anos.

Aos membros da banca, pelo convite aceito e pelas contribuições no trabalho.

Ao orientador Lourenço, pela paciência, compreensão e sabedoria transmitida, e ao Gilson pela prestatividade sem igual.

Aos aos professores pelo conhecimento e experiências que me proporcionaram.

Ao Dr. Valmir Antônio Costa e Dra. Jocelia Grazia pelas identificações do *Trissolcus brochymenae* e *Podisus sagitta*, respectivamente.

E agradeço a mim, por não desistir.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

MORAES, B. V. **Interação intraguilha do parasitoide *Trissolcus brochymenae* (Hymenoptera: Platygasteridae) em ovos de *Podisus nigrispinus* e *Podisus sagitta* (Hemiptera: Pentatomidae)** 2021. 33p. Dissertação (Ciência Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2021.

LISTA DE FIGURAS

INTERAÇÃO INTRAGUILDA DO PARASITOIDE *TRISSOLCUS BROCHYMENAE* (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE) EM OVOS DE *PODISUS NIGRISPINUS* E *PODISUS SAGITTA* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

Figura 1	Arena utilizada no estudo da preferência de oviposição do parasitoide <i>Trissolcus brochymenae</i> em relação à posição dos ovos de <i>Podisus nigrispinus</i> e <i>Podisus sagitta</i>	19
Figura 2	Tubos eppendorfs vedados e identificados, contendo os ovos dos percevejos de cada tratamento, após terem sido expostos ao parasitismo.....	20

LISTA DE TABELAS

INTERAÇÃO INTRAGUILDA DO PARASITOIDE *TRISSOLCUS BROCHYMENAE* (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE) EM OVOS DE *PODISUS NIGRISPINUS* E *PODISUS SAGITTA* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

Tabela 1	Características do parasitismo, dimensão dos ovos e emergência (média \pm desvio padrão) de <i>Trissolcus brochymenae</i> (Hymenoptera: Platyglastidae) em ovos dos percevejos predadores <i>Podisus nigrispinus</i> e <i>Podisus sagitta</i> (Hemiptera: Pentatomidae) ($25\pm 2^\circ$ C, $70\pm 10\%$ UR, fotofase de 12 h).....	22
Tabela 2	Dados biológicos (média \pm desvio padrão) de <i>Trissolcus brochymenae</i> (Hymenoptera: Platyglastidae) em ovos de <i>Podisus nigrispinus</i> e <i>Podisus sagitta</i> (Hemiptera: Pentatomidae) ($25\pm 2^\circ$ C, $70\pm 10\%$ UR, fotofase de 12 h).....	23

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE TABELAS.....	10
SUMÁRIO.....	11
1. CAPÍTULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
1.2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14
2. CAPÍTULO 2. INTERAÇÃO INTRAGUILDA DO PARASITOIDE <i>Trissolcus brochymenae</i> (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE) EM OVOS DE <i>Podisus nigrispinus</i> E <i>Podisus sagitta</i> (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)	17
2.1. RESUMO	17
2.2 INTRODUÇÃO.....	18
2.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
2.1 Obtenção das criações	20
2.2 Montagem do experimento.....	21
2.3 Preferência de <i>Trissolcus brochymenae</i> por ovos de <i>P. nigrispinus</i> e <i>P. sagitta</i>	21
2.4 Parâmetros biológicos de <i>T. brochymenae</i> em ovos de <i>P. nigrispinus</i> e <i>P. sagitta</i>	23
2.5 Análises estatísticas	23
2.4. RESULTADOS	24
2.5. DISCUSSÃO	26
2.7. CONCLUSÃO.....	31
2.8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
APÊNDICE	39

1. CAPÍTULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O controle biológico é a regulação de populações de organismos vivos resultante de interações antagonistas como predação, parasitismo e competição (CALTAGIRONE, 1988). Os inimigos naturais predadores, parasitoides, competidores e organismos entomopatogênicos são os agentes de controle biológico que contribuem para a mortalidade natural das pragas, resultando em uma ação positiva para o equilíbrio dos agroecossistemas (BUENO *et al.* 2012).

Em ecossistemas agrícolas e/ou florestais é comum a ocorrência simultânea de inimigos naturais generalistas promovendo interações complexas que podem prejudicar as populações envolvidas, afetando a eficiência do controle biológico (SOHRABI *et al.* 2013). Estas relações entre inimigos naturais são conhecidas como interações intraguildas e ocorrem quando parasitoides eliminam predadores ou vice-versa (ROSENHEIM *et al.*, 1995).

As interações entre predadores, conhecidas como predação intraguilda, são as mais comuns. São observadas naqueles de hábitos generalistas e podem ser assimétrica quando apenas uma espécie alimenta-se da outra ou simétrica quando ambas servem de alimento uma para a outra (DUARTE, *et al.*, 2020). Nas interações entre predadores e parasitoides, o primeiro pode atacar diretamente o segundo ou indiretamente consumindo o hospedeiro parasitado e, conseqüentemente, o parasitoide imaturo associado (MI *et al.* 2020). Por outro lado, parasitoides de ovos são considerados os mais importantes agentes de mortalidade natural dos percevejos (DE FREITAS, *et al.*, 2020), entre eles os predadores.

Trissolcus brochymenae Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae) é um parasitoide com 1,1 a 1,3 mm de comprimento, de hábito solitário que se desenvolve em ovos de percevejos fitófagos e predadores (JOHNSON, 1984). Tem sido apontado como um potencial agente de biocontrole de pentatomídeos em diversas culturas. Mesmo sendo exótico e já ter sido relatado no Brasil, ainda não é possível encontrar esse organismo biológico para comercialização. Seu hospedeiro preferencial é o percevejo *Murgantia histrionica* (Hahn) (CONTI *et al.*, 2010; FRATI *et al.*, 2013), uma praga de repolho e outras brassicáceas. O dimorfismo sexual pode ser facilmente determinado pelas antenas que são filiformes nos machos e clavadas nas fêmeas (ISIDORO *et al.*, 1996). Um único parasitoide completa o desenvolvimento em cada ovo parasitado (HERMEL, *et al.*, 2016).

A capacidade de busca, fecundidade, longevidade e razão sexual são os principais parâmetros biológicos que afetam a eficácia de um parasitoide. Estas características aliada à disponibilidade de hospedeiros alternativos, especialmente da família Pentatomidae, explicam o aumento da prevalência de *T. brochymenae* no campo (CORREA-FERREIRA e MOSCARDI, 1995; ZANUNCIO *et al.*, 2000). Esta espécie já foi relatada em ovos dos percevejos fitófagos *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758), *Euchistus heros* (Fabricius, 1798), *Piezodorus guildini* (Westwood, 1837), *Thyanta perditor* (Fabricius, 1794), *Acrosternum* spp., *Dichelops furcatus* (Fabricius, 1775) e *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) e dos predadores *Podisus nigrispinus*, *Podisus sculptus* (Distant, 1889), *Brontocoris tabidus* (Signoret, 1852) (TORRES *et al.*, 1996; TORRES *et al.* 1997; ZANUNCIO *et al.*, 2000; CORRÊA-FERREIRA & MOSCARDI 1995,).

Os percevejos predadores da família Pentatomidae, pertencem à subfamília Asopinae que na América do Sul foram relatadas 58 espécies em 14 gêneros. Destas, 44 são encontradas no Brasil, sendo 13 pertencentes ao gênero *Podisus* (TORRES *et al.* 2006). Baseado em temperaturas médias do Norte de Minas Gerais, onde *P. nigrispinus* tem sido criado e liberado por empresas florestais, Torres *et al.* (1997) estimou que *T. brochymenae* pode se desenvolver durante todas as estações, com o dobro de gerações que seu hospedeiro.

Os percevejos predadores *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) e *Podisus sagitta* (Fabricius, 1794) (Hemiptera Pentatomidae) apresentam ciclo de vida composto pelas fases de ovo, ninfa com cinco estádios e adultos. O período de desenvolvimento que compreende desde a eclosão das ninfas até a emergência dos adultos, leva em torno de 17 a 20 dias (BUENO *et al.* 2012, SIMONATO, *et al.*, 2020). As posturas possuem coloração esbranquiçada quando recém colocadas, acinzentada após alguns minutos e avermelhada próximos a eclosão. Quando eclodem, as ninfas de primeiro estágio apresentam coloração avermelhada, com o formato arredondado. Nesse estágio, elas não se alimentam permanecendo gregárias, e só iniciam a busca por uma fonte de umidade após o primeiro dia de vida. A partir do segundo estágio, inicia-se o forrageamento na busca de presas para a sua alimentação (TORRES *et al.* 2006).

Podisus nigrispinus é considerado um dos percevejos predadores mais importantes no controle biológico devido a grande diversidade de presas que consomem nas mais diferentes culturas (SIMONATO, *et al.*, 2020; SCHEUNEMANN, *et al.* 2021). Países, como o Brasil, Panamá, Equador, Paraguai, Bolívia, Argentina e Peru, têm sua presença confirmada em diversas culturas, incluindo povoamentos de eucalipto e lavouras de algodão, soja, tomate, entre outras (TAGUTI, 2019). *P. sagitta* também já foi relatado como um

predador de diversas pragas agrícolas economicamente importantes (CLAUSEN, 1940). No entanto, são poucas as informações sobre sua capacidade de predação. Clausen (1940) mencionou esta espécie atacando larvas de *Epilachna* (Coleoptera: Coccinellidae) no México.

Os insetos representam diferentes relações na interação intraguilda. Apesar desse tipo de interação trófica ser considerada um dos mais importantes fatores de mortalidade entre inimigos naturais coexistentes (SCHMIDT, et al., 2017), seu efeito na atividade biológica nem sempre é negativo (HERRICK *et al.* 2008). O foco é aumentar de forma estratégica e equilibrada a diversidade biológica, aumentando a densidade populacional desses inimigos naturais que irão atuar no controle de pragas e com mecanismos que reduzam a competição entre si. Para isso, é necessário entender como se dá o funcionamento da teia alimentar e sua estrutura, a fim de manejar a diversidade e, assim, aumentar a conservação de espécies desejáveis (ROSENHEIM *et al.*, 1995; MI *et al.* 2020).

Devido à importância das espécies do gênero *Podisus* como agentes de biocontrole, faz-se necessário compreender o impacto de *T. brochymenae* nas populações dos percevejos predadores.

1.2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUENO A.F., et al. Inimigos naturais das pragas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO B.C., CÔRREA FERREIRA B.S., MOSCARDI F. (Eds), **Soja: Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes Praga**. Embrapa, p.493-630, 2012.

CALTAGIRONE, L.E. **Definitions and principles of biological control**. In: **Internacional short course in biological control**, 2. Berkeley, University of California., p. 7, 1988.

CLAUSEN, P. Entomophagous insects. **Annals and Magazine of Natural History**, n.8 v.43, p.72-72, 1940.

CONTI, E. et al. Aleloquímicos de curto alcance de uma associação planta-herbívoro: um caso singular de sinômero induzido pela oviposição para um parasitoide de ovo. **Journal of Experimental Biology**, v.213, p.3911-3919, 2010.

CORREA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. Ocorrência sazonal e espectro hospedeiro de parasitoides de ovos associados com percevejos de soja. **Controle Biológico**, v.5, p.196-202, 1995.

DE FREITAS B. A. et al.. Release of the egg parasitoid *Telenomus podisi* to manage the Neotropical Brown Stink Bug, *Euschistus heros*, in soybean production. **Crop Protection**, 105310, 2020.

DUARTE, G. A. et al. Intraguild predation and cannibalism among Dicyphini: *Dicyphus cerastii* vs. two commercialized species. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, p.1-7, 12943, 2020.

FRATI, G. et al. As ceras de repolho afetam a resposta de *Trissolcus brochymenae* a *sinônimos* de curto alcance. **Insect Science**, v.20, p.753-762, 2013.

HERMEL, A. O. et al. Preferência do parasitoide *Telenomus podisi* a ovos obtidos de *Euchistus heros* criado em laboratório ou coletado em campo. **Jornada Acadêmica da Embrapa Soja**, n.11, p.181-191, 2016.

HERRICK, N.J. et al. Predation by *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae) on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) larvae parasitized by *Cotesia plutellae* (Hymenoptera: Braconidae) and its impact on cabbage. **Biological Control**, v.45, p.386-395, 2008.

ISIDORO, N. et al. Morphology of antennal gustatory sensilla and glands in some parasitoids Hymenoptera with hypothesis on their role in sex and host recognition. **Journal of Hymenoptera Research**, v.5, p.206-239, 1996.

JOHNSON, N.F. Revision of the Nearctic species of the *Trissolcus flavipes* group (Hymenoptera: Scelionidae). **Entomological Society**, v.86, p.797-807, 1984.

MI, Q., et al. Fitness and interspecific competition of *Trissolcus japonicus* and *Anastatus japonicus*, egg parasitoids of *Halyomorpha halys*. **Biological Control**, v.152,104461, 2020.

ROSENHEIM J.A., et al. Intraguild predation among biological-control agents: theory and evidence. **Biological Control**, v.5, p.303-335, 1995.

SCHEUNEMANN, T. et al. Primeiro registro e predação de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) em lagartas de *Palpita forficifera* Munroe, 1959 (Lepidoptera: Crambidae). **Entomological Communications**, v.3, ec03005, 2021.

SCHMIDT, J. M. et al. The inherent complexity of soil and foliar predators for greenhouse biological control, **Biological Control**, v. 115, p. 46-54, 2017.

SIMONATO, J. et al. Potential of predator *Podisus nigrispinus* Dallas (Hemiptera: Pentatomidae) in the Control of *Helicoverpa armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Agricultural Science**, v.12, n.3, 2020.

SOHRABI, F., et al. Intraguild predation by the generalist predator *Orius majusculus* on the parasitoid *Encarsia formosa*. **BioControl**, v.58, p.65-72, 2013.

TAGUTI, E.A. *et al.* *Telenomus podisi* parasitism on *Dichelops melacanthus* and *Podisus nigrispinus* eggs at different temperatures. **Florida Entomologist**, v.102, n.3, 607-613, 2019.

TORRES, J.B. *et al.* Mortalidade de *Podisus nigrispinus* (Dallas) por parasitoides de ovos em áreas de eucalipto. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.25, n.3, p.463-472, 1996.

TORRES, J.B. *et al.* Exigências térmicas e potencial de desenvolvimento dos parasitoides *Telenomus podisi* Ashmead e *Trissolcus brochymenae* (Ashmead) em ovos do percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.26, n.3, p.445-453, 1997.

TORRES, J.B. *et al.* The predatory stinkbug *Podisus nigrispinus*: biology, ecology and augmentative releases for lepidopteran larval control in *Eucalyptus* forests in Brazil. **Biological Control**, v.27, p.1-18, 2006.

ZANUNCIO, J.C. *et al.* Parasitoides de ovos de *Podisus sculptus* Distant (Heteroptera: Pentatomidae) em uma plantação de *Eucalyptus* na região amazônica brasileira. **Revista Internacional de Ecologia Tropical**, v.48, p.989-992, 2000.

2. CAPÍTULO 2. INTERAÇÃO INTRAGUILDA DO PARASITOIDE *Trissolcus brochymenae* (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE) EM OVOS DE *Podisus nigrispinus* E *Podisus sagitta* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

2.1. RESUMO

No controle biológico as relações entre indivíduos do mesmo nível trófico, como a ação de parasitoides sobre predadores, ou vice-versa são conhecidas por interações intraguildas. Tais interações podem, no campo, comprometer o papel de um dos inimigos naturais envolvidos e afetar a eficiência do controle biológico. Avaliou-se a interação intraguilda entre o parasitoide *Trissolcus brochymenae* (Ashmead, 1881) (Hymenoptera Platygastridae) e ovos de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) e *Podisus sagitta* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae). Foi realizado um bioensaio em duas etapas em arena de preferência para avaliar a escolha e, posteriormente, a biologia do parasitoide nos dois percevejos predadores. Para o teste de preferência foram dispostos tubos eppendorf (1,5 mL), de forma equidistante na parte inferior de potes de plástico de 250mL. Foram ofertados 25 ovos de cada predador para uma fêmea do parasitoide recém acasalada com até 2 dias de vida, durante um período de 24 horas. Na primeira etapa foram analisados os parâmetros preferência hospedeira avaliada pela taxa de parasitismo, emergência e tamanho de ovo. E na segunda, os parâmetros biológicos envolvendo o ciclo ovo-adulto, razão sexual, longevidade e tamanho da tíbia posterior direita. Embora o tamanho dos ovos fosse maior em *P. nigrispinus*, não houve preferência entre as espécies de percevejos predadores. Também não houve diferenças significativas nos parâmetros biológicos avaliados. A interação intraguilda avaliada não comprometeu a população de percevejos, entretanto uma resposta com maior precisão poderia ser dada avaliando mais gerações no experimento e, também, realizando-o em campo.

Palavras-chave: controle biológico, parasitoide de ovos, percevejos predadores.

ABSTRACT

In biological control, the relationships between individuals at the same trophic level, such as the action of parasitoids on predators, or vice versa, are known as intraguild interactions. Such interactions can, in the field, compromise the role of one of the natural enemies involved and affect the efficiency of biological control. The intraguild interaction between the parasitoid *Trissolcus brochymenae* (Ashmead, 1881) (Hymenoptera: Platygasteridae) and eggs of *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) and *Podisus sagitta* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae) was evaluated. A two-stage bioassay was carried out in an arena of preference to assess the choice and, subsequently, the biology of the parasitoid in the two predatory stink bugs. For the test of preference, eppendorf tubes (1.5 mL) were arranged, equidistant in the bottom of 250mL plastic pots. Twenty five eggs of each predator were offered to a female of the newly mated parasitoid with up to 2 days of life, during a period of 24 hours. In the first stage, the parameters of host preference were analyzed, evaluated by the rate of parasitism, emergence and egg size. And in the second, the biological parameters of the egg-adult cycle, sex ratio, longevity, and size of the right posterior tibia. Although the size of the eggs was larger in *P. nigrispinus*, there was no preference among the species of predatory stink bugs. The intraguild interaction evaluated did not appear to have compromised the bug population, however a more accurate answer could be given by evaluating more generations in the experiment and also performing it in the field.

Key words: biological control, eggs parasitoid, predators bugs.

2.2 INTRODUÇÃO

A subfamília Asopinae é constituída por um grupo de percevejos predadores com potencial para uso em programas de controle biológico de lagartas desfolhadoras em sistemas agrícolas e florestais (ZANUNCIO *et al.*, 1994). Esse grupo se diferencia dos demais pertencentes à família Pentatomidae por apresentar hábito alimentar zoofitófago, devido à necessidade de consumo de proteína animal, aliada a facultativa complementação com seiva vegetal (RIDER *et al.*, 2018). Os Asopíneos (Hemiptera: Pentatomidae) *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851), *Brontocoris tabidus* (Signoret, 1852) e *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) são as espécies mais estudadas no Brasil (PIRES *et al.*, 2015), além de *Podisus*

maculiventris (Say, 1832) em outros países (KASEM; KOZLOVA; ANISIMOV, 2019). No entanto, *Podisus sagitta* (Fabricius, 1794), embora pouco estudado, também é um predador polífago relatado em diversas pragas economicamente importantes e apresenta potencial para uso como agente de biocontrole (DE CLERCQ e DEGHEELE, 1992). Suas ninfas e adultos se alimentam, principalmente, de insetos das ordens Lepidoptera, Coleoptera e Hymenoptera em todos os seus estágios (DE CLERCQ, 2000; OLIVEIRA *et al.*, 2002).

Parasitoides também atuam como importantes inimigos naturais de diversos insetos daninhos. A combinação de diferentes espécies de inimigos naturais simula a diversidade encontrada no campo e pode promover benefícios para a defesa das culturas agrícolas e florestais (NARANJO; ELLSWORTH; FRISVOLD, 2015; TSCHUMI *et al.*, 2015; PIRZADFARD, 2020). Neste aspecto, a ocorrência de predadores e parasitoides de forma conjunta pode melhorar a eficiência do controle biológico, especialmente quando atuam em diferentes fases da praga (WANG *et al.*, 2019). No entanto, é importante avaliar as relações envolvidas entre esses insetos benéficos, pois algumas associações podem ser prejudiciais e comprometer o sucesso do controle. É o caso das interações intraguiladas, onde a ação de um inimigo natural pode comprometer o desenvolvimento do outro e afetar sua eficiência no campo (PIRZADFARD, 2020). As mais comuns são as que ocorrem entre predadores generalistas, podendo ser assimétrica, quando apenas uma espécie é predada e simétrica quando ambas são predadas uma pela outra (SNYDER *et al.*, 2008; HERRICK *et al.*, 2008). Assim, em determinadas situações, essas interações podem interromper o controle biológico e levar a um aumento da população de pragas (ERBILGIN *et al.* 2004; SOHRABI *et al.* 2013).

Os parasitoides da família Platygastriidae, anteriormente classificados na família Scelionidae, hoje subfamília (Scelioninae), são oligófagos com nítida preferência por ovos de percevejos da família Pentatomidae (PACHECO; CORREA-FERREIRA, 2000; AUSTIN; JOHNSON; DOWTON, 2005). Esses inimigos naturais têm sido utilizados para o controle de várias pragas succívoras na cultura da soja devido à alta eficiência no parasitismo e elevadas densidades no campo (TARLA, 2018). No entanto, devido à diferenças temporais ou espaciais nas atividades de oviposição dos hospedeiros, existe possibilidade desses parasitoides encontrarem posturas de predadores pentatomídeos antes dos ovos das pragas, seus hospedeiros habituais. Tal condição pode afetar a eficácia e limitar a conciliação dos diferentes agentes de controle (COSTA *et al.*, 2017; QUEIROZ *et al.*,

2020). Esta situação ocorre quando os ovos dos pentatomídeos fitófagos forem insuficientes ou não estarem disponíveis para o parasitoide, em condições naturais (TARLA, 2018).

A maioria das pesquisas realizadas com parasitoides de ovos de pentatomídeos são com *Trissolcus basalis* (Wollaston) (Hymenoptera: Platygasteridae) e *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae) (CORREA-FERREIRA e MOSCARDI, 1995; CIVIDANES e FIGUEIREDO, 1996, TORRES *et al.*, 1997). *Trissolcus brochymenae* (Ashmead, 1881) (Hymenoptera: Platygasteridae) é um microhimenóptero parasitoide de ovos com emergência registrada em pelo menos 10 espécies de Hemiptera Pentatomidae, incluindo pragas da soja (OLIVEIRA *et al.*, 2002; CONTI *et al.*, 2004) e predadores de lagartas em eucalipto (TORRES *et al.*, 1996a). Entre elas, destaca-se as pragas *Nezara viridula* (Linnaeus 1758), *Euchistus heros* (Fabricius, 1798), *Piezodorus guildini* (Westwood, 1837), *Thyanta perditor* (Fabricius, 1794), *Acrosternum* spp., *Dichelops furcatus* (Fabricius, 1775) e *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) e os predadores *B. tabidus*, *Podisus sculptus* Distant, 1889 e *P. nigrispinus* (ORR *et al.*, 1985; CORREA-FERREIRA e MOSCARDI, 1995; ZANUNCIO *et al.*, 2000).

Em geral, as fêmeas parasitoides de ovos apresentam aparatos físicos e químicos que as permitem localizar posturas e avaliar sua adequabilidade à oviposição, como tamanho, forma e composição química (PLUKE, LEIBEE 2006; ZHOU *et al.*, 2014). Assim, é importante verificar se existe predileção na oviposição dos parasitoides e como essa escolha pode interferir no valor adaptativo (*fitness*) da prole. Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a preferência de *T. brochymenae* por ovos de *P. nigrispinus* e *P. sagitta* e se há diferenças nos parâmetros biológicos do parasitoide quando se desenvolve em ovos destes predadores.

2.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Controle Biológico de Insetos (LCBI) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), em Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

2.1 Obtenção das criações

Trissolcus brochymenae foi obtido de posturas do predador *B. tabidus* coletadas no município de Itamarandiba-MG, em clone de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*.

Uma criação foi estabelecida no LCBI e exemplares enviados ao Dr. Valmir Antônio Costa (curador: V.A. Costa), do Instituto Biológico de Campinas para identificação.

As fêmeas do parasitoide *T. brochymenae* foram mantidas em potes plásticos de 250 mL e alimentadas com gotículas de mel. Os percevejos predadores *P. nigrispinus* e *P. sagitta* também foram obtidos da criação do mesmo laboratório e mantidos em potes plásticos de 500 mL, com chumaços de algodão embebidos em água. Para a alimentação foram ofertadas pupas de *Tenebrio molitor* (Fabricius, 1798) (Coleoptera, Tenebrionidae) em dias alternados, além de uma folha de *Eucalyptus cloeziana* (Myrtaceae).

2.2 Montagem do experimento

Foram realizados testes para avaliar a preferência do parasitoide *T. brochymenae* por ovos de *P. nigrispinus* e *P. sagitta*, bem como os parâmetros biológicos do parasitoide desenvolvido em ovos dos dois hospedeiros. Os ensaios foram realizados em sala climatizada com temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

2.3 Preferência de *Trissolcus brochymenae* por ovos de *P. nigrispinus* e *P. sagitta*

Para montagem do teste de preferência foram confeccionadas arenas para avaliar par a par a escolha da fêmea de *T. brochymenae* por ovos de *P. nigrispinus* (Tratamento 1) ou *P. sagitta* (Tratamento 2), com 30 repetições (Figura 1).



Figura 1 Arena utilizada no estudo da preferência de oviposição do parasitoide *Trissolcus brochymenae* (Hymenoptera: Platygasteridae) em relação à posição dos ovos de *Podisus nigrispinus* e *Podisus sagitta* (Hemiptera: Pentatomidae) Diamantina-MG, 2020..

As arenas foram confeccionadas em potes de polietileno de 175 mL, adaptadas da metodologia descrita por Thuler *et al.* (2007). Foram feitos dois orifícios circulares opostos na base de cada recipiente para acoplar dois microtubos tipo Eppendorf de 1,5 mL, onde foram dispostas as posturas de cada uma das espécies dos predadores. Foi confeccionado um orifício central na tampa do pote para introduzir a fêmea do parasitoide. Os microtubos continham uma postura de 25 ovos de cada espécie de percevejo, ofertada em um pequeno chumaço de algodão. Esse número foi definido com base na capacidade diária de parasitismo do *T. brochymenae* (TORRES *et al.* 1996b). Todas as posturas utilizadas no experimento eram de até 48 horas, devido ao parasitismo ser maior em ovos dessa idade (QUEIROZ *et al.*, 2019).

Uma fêmea de até 48 horas, recém-acasalada e alimentada com mel foi introduzida em cada uma das 30 réplicas, através do orifício central da tampa a qual foi posteriormente vedada. O parasitismo foi permitido por 24 h, quando os tubos *Eppendorfs* foram desacoplados dos potes, vedados, identificados e aguardado a emergência dos parasitoides (Figura 2).



Figura 2. Tubos *eppendorfs* vedados e identificados, contendo os ovos dos percevejos de cada tratamento, após terem sido expostos ao parasitismo por *Trissolcus brochymenae* (Hymenoptera: Platygasteridae) Diamantina-MG, 2020.

Os parâmetros avaliados foram o número de ovos parasitados e a taxa de preferência hospedeira, calculada por proporção a partir da taxa de parasitismo. Em seguida foi determinada a taxa emergência em cada hospedeiro. O parasitismo foi determinado pela coloração das posturas, pois elas escurecem com o desenvolvimento das larvas do parasitoide. Mesmo que não haja emergência é possível a confirmação do parasitismo pela

dissecação dos ovos utilizando agulha e pinça e assim, determinar a preferência em cada hospedeiro. A taxa de preferência hospedeira foi calculada a partir do número de ovos parasitados que passaram a ser considerados como 100%. E então, utilizando regra de três foi obtida a proporção para cada hospedeiro.

A taxa de emergência dos ovos foi definida pela contagem de adultos emergidos. A sexagem dos adultos foi feita utilizando microscópio estereoscópio com base no tipo de antenas, que são filiformes nos machos e clavadas nas fêmeas (BIN *et al.*, 1989; ISIDORO *et al.*, 1996). Ainda neste bioensaio, foi medido o tamanho dos ovos dos dois hospedeiros para verificar se este parâmetro influencia na escolha do parasitoide para a oviposição.

2.4 Parâmetros biológicos de *T. brochymenae* em ovos de *P. nigrispinus* e *P. sagitta*

Após emergência dos adultos um casal de cada repetição foi selecionado, ao acaso, para avaliação do ciclo ovo-adulto (período, em dias, entre a oviposição e a emergência), razão sexual ($\frac{\text{fêmeas}}{\text{fêmeas} + \text{machos}}$) e longevidade (período, em dias, entre a emergência e a morte). Além disso, foi obtido o comprimento da tíbia posterior direita de machos e fêmeas, utilizando câmera Optika OPTIKAM B5 acoplada a um microscópio estereoscópio com o software Optika Vision Lite 2.1.

2.5 Análises estatísticas

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com dois tratamentos e trinta repetições. Os testes de Shapiro Wilk e Bartlett foram utilizados para verificar a normalidade dos dados e homogeneidade das variâncias, respectivamente. Aqueles que apresentaram distribuição paramétrica foram analisados pelo teste t de Student e os não paramétricos pelo teste de Wilcoxon-Mann-Whitney, a 5% de significância. Todos os testes foram conduzidos com auxílio do pacote estatístico ExpDes.pt versão 1.2.1 (FERREIRA; CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2021), utilizando-se o software R (R Core Team 2021).

2.4. RESULTADOS

Não houve diferença significativa na quantidade de ovos parasitados e na taxa de parasitismo, sendo de $6,17 \pm 3,39$ e $5,47 \pm 2,58$ e 24,7% e 21,9% para *P. nigrispinus* e *P. sagitta*, respectivamente. Não houve preferência do parasitoide *T. brochymenae* pelos ovos dos predadores ($W = 551,5$, $p = 0,132$). A taxa de preferência também não variou entre os hospedeiros e foi de 53% e 47% para *P. nigrispinus* e *P. sagitta*, respectivamente. Por outro lado, as dimensões dos ovos diferiram entre os hospedeiros, sendo o comprimento 0,88 mm e 0,87 mm ($t = 5,388$, $GL = 58$; $p < 0,01$) e a largura 0,79 mm e 0,77 mm ($W = 734,5$, $p < 0,01$) para *P. nigrispinus* e *P. sagitta*, respectivamente. A taxa de emergência dos parasitoides foi de 92,5% e 79,5% ($W = 387,5$, $p = 0,2345$) em ovos de *P. nigrispinus* e *P. sagitta*, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Características do parasitismo, dimensão dos ovos e emergência (média±desvio padrão) de *Trissolcus brochymenae* (Hymenoptera: Platygasteridae) em ovos dos percevejos predadores *Podisus nigrispinus* e *Podisus sagitta* (Hemiptera: Pentatomidae) ($25 \pm 2^\circ$ C, $70 \pm 10\%$ UR, fotofase de 12 h) Diamantina-MG, 2020

		<i>Podisus</i> <i>nigrispinus</i>	<i>Podisus</i> <i>sagitta</i>
Características do parasitismo	Taxa de preferência hospedeira (%) ²	53,0 ns	47,0 ns
	Taxa de parasitismo (%) ²	24,7 ns	21,9 ns
	Nº de ovos parasitados ²	$6,17 \pm 3,39$ ns	$5,47 \pm 2,58$ ns
Dimensão dos ovos dos percevejos	Comprimento (mm) ¹	$0,88 \pm 0,01a$	$0,87 \pm 0,01b$
	Largura (mm) ²	$0,79 \pm 0,02a$	$0,77 \pm 0,01b$
Emergência	Macho ²	$0,9 \pm 0,96$ ns	$0,7 \pm 0,86$ ns
	Fêmea ¹	$4,8 \pm 1,02$ ns	$3,65 \pm 1,35$ ns
	Adultos emergidos (%) ²	92,5 ns	79,5 ns

*Médias \pm Desvio Padrão seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo respectivo teste de comparação de amostras:

Testes t de Student (1) ou Wilcoxon (2), a 5% de significância.

ns: Não significativo.

Não houve diferenças significativas para a duração média do período ovo-adulto, tanto para machos quanto para fêmeas dos percevejos estudados. A duração do período de desenvolvimento para machos foi de 12,00 e 11,23 dias ($t = 0,968$, $GL = 38$, $p = 0,339$) e para fêmeas de 13,67 e 12,77 dias ($t = 0,991$, $GL = 38$, $p = 0,328$) para *P. nigrispinus* e *P. sagitta*, respectivamente (Tabela 2).

A razão sexual da progênie também não apresentou diferenças significativas quanto aos hospedeiros estudados ($t = -0,35689$, $GL = 50$, $p = 0,722$). Esta foi sempre acima de 0,5 em ambos, sendo 0,86 e 0,83 e a proporção macho/fêmea de 1:5,5 e 1:5,2 em *P. nigrispinus* e *P. sagitta*, respectivamente (Tabela 2). A longevidade entre indivíduos do mesmo sexo de *T. brochymenae* emergidos dos dois hospedeiros também foi não significativa. O período de sobrevivência foi de 69,87 dias e 65,67 dias para machos ($W = 149,5$, $p = 0,129$) e 90,47 dias e 91,73 dias para fêmeas ($W = 99,5$, $p = 0,603$) de *P. nigrispinus* e *P. sagitta*, respectivamente (Tabela 2).

Não houve diferença significativa no tamanho da tíbia entre machos e fêmeas de *T. brochymenae* emergidos dos dois hospedeiros. As dimensões médias obtidas para machos foram 0,13 mm e 0,14 mm ($W = 248$, $p = 0,101$) e em fêmeas 0,15 mm e 0,13 mm ($W = 301$, $p = 0,504$), para *P. nigrispinus* e *P. sagitta*, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Dados biológicos (média \pm desvio padrão) de *Trissolcus brochymenae* (Hymenoptera: Platyglastidae) em ovos de *Podisus nigrispinus* e *Podisus sagitta* (Hemiptera: Pentatomidae) ($25 \pm 2^\circ \text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR, fotofase de 12 h) Diamantina-MG, 2020

Parâmetro Biológico	<i>Podisus nigrispinus</i>	<i>Podisus sagitta</i>
Ciclo Ovo-Adulto Macho ²	12,00 \pm 6,06 ns	11,23 \pm 4,67 ns
Ciclo Ovo-Adulto Fêmea ²	13,67 \pm 6,89 ns	12,77 \pm 5,31 ns
Razão Sexual ¹	0,86 \pm 0,06 ns	0,83 \pm 0,07 ns
Longevidade de Fêmea ¹	90,47 \pm 46,08 ns	91,73 \pm 47,25 ns
Longevidade do Macho ¹	69,87 \pm 35,93 ns	65,67 \pm 33,73 ns
Tamanho da Tíbia do Macho ²	0,13 \pm 0,01 ns	0,14 \pm 0,01 ns
Tamanho da Tíbia da Fêmea ²	0,15 \pm 0,07 ns	0,14 \pm 0,01 ns

*Médias \pm Desvio Padrão seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo respectivo teste de comparação de amostras:

Testes t de Student (1) ou Wilcoxon (2), a 5% de significância.

ns: Não significativo.

2.5. DISCUSSÃO

O fato do parasitoide *T. brochymenae* não expressar preferência por nenhum dos hospedeiros avaliados pode ser vantajoso em condições de campo. Isso pode diminuir a pressão sobre uma das espécies reduzindo perdas populacionais. Além disso, a coexistência com organismos pragas pode minimizar interações intraguilda prejudiciais aos agentes de biocontrole. Neste sentido, a preferência poderia assumir papel relevante e influenciar o parasitismo, principalmente no campo onde várias espécies hospedeiras ocorrem simultaneamente (TARLA, 2018). O parasitoide possui estruturas adaptadas para identificação e localização a fim de distinguir os hospedeiros mais adequados. A escolha é influenciada por características como pistas visuais, vibracionais e químicas (SEVARIKA *et al.*, 2020). As sensilas são órgãos olfativos presentes em todo o corpo, principalmente nas antenas, e desempenham importante papel em múltiplos comportamentos como avaliação da qualidade nutricional, tamanho adequado e presença de competidores (PIETRANTUONO *et al.*, 2012). Além disso, as fêmeas parasitoides coevoluíram de forma a serem capazes de identificar substâncias químicas voláteis (caiomônios) liberadas pelo hospedeiro (PARON; CRUZ; CIOCIOLA, 1998). Desta forma, a resposta é seletiva a sinais que ofereçam maior aptidão, levando à associações parasitoide-hospedeiro (SALERNO *et al.*, 2006). A intensidade da resposta depende de fatores como concentração e/ou abundância química (COLAZZA; SALERNO; WAJNBERG, 1999). Logo, a resposta facultativa quanto aos ovos dos percevejos avaliados pode estar relacionada à semelhanças na comunicação química e impressões táteis do parasitoide (BORGES e ALDRIC, 1994).

Taxas de parasitismo acima de 60% são consideradas altas para parasitoides de ovos associados a hospedeiros pentatomídeos. Para essa família o índice de sucesso de controle varia de 50% a 75% (SILVA *et al.*, 2016). Basendo nestes valores, a taxa de parasitismo neste estudo foi considerada baixa para ambos hospedeiros (24,7% e 21,9% *P. nigrispinus* e *P. sagitta*, respectivamente). Possivelmente este fato tenha ocorrido devido a grande oferta de posturas aos parasitoides, ultrapassando sua capacidade diária de parasitismo fazendo com que as fêmeas não colocassem o restante das posturas dentro do prazo de 24 horas, pois já haviam alcançado seu limite. Situação semelhante foi observada por Queiroz *et al.*, (2018) que encontraram 40,4% de parasitismo ao estudarem a preferência de oviposição de fêmeas de *T. podisi* por ovos de *P. nigrispinus*, um dos hospedeiros alternativos utilizado neste trabalho.

O parasitismo, em qualquer das fases do hospedeiro, está ligado a diversos elementos que afetam a eficiência como a localização, influencia do micro-habitat, interações químicas e, principalmente, a qualidade do hospedeiro, envolvendo tamanho, idade e estado nutricional (MARTINS *et al.*, 2020). Considerando o fato da idade dos ovos dos hospedeiros serem iguais e o tamanho, aparentemente, não ter sido um fator determinante para escolha do parasitoide, os recursos nutricionais disponíveis podem ter sido semelhantes nos predadores avaliados (PEREIRA *et al.*, 2010). Além disso, a grande oferta de alimento pode incitar as fêmeas de parasitoides de ovos a buscarem hospedeiros que dispõem de mais recursos energéticos para sua progênie. Esse comportamento é previsto pela teoria do forrageamento ótimo que explica a aptidão dos consumidores em localizar hospedeiros mais recompensadores em detrimento daqueles de baixo retorno energético (QUEIROZ *et al.*, 2018).

Várias características como tamanho e forma dos ovos podem estar relacionadas ao processo de escolha e interferir na decisão das fêmeas em ovipositar, influenciando na sua seletividade. Além disso, o valor nutricional está, frequentemente, relacionado ao tamanho do hospedeiro (PLUKE e LEIBEE, 2006). Entretanto, este fator não pareceu ser decisivo na escolha de *T. brochymenae* entre os ovos dos predadores avaliados, pois não houve preferência apesar da diferença em tamanho. Pode-se, ainda, considerar que esse parasitoide tenha se adaptado aos ovos de *P. sagitta*. O tamanho do hospedeiro pode ser um fator limitante para parasitoides que se desenvolvem de forma gregária. Tais espécies apresentam mecanismos evolutivos que as permitem sobreviver em ambientes com alta competição. Neste sentido, o tamanho do hospedeiro pode impactar na quantidade dos indivíduos emergidos e na disponibilidade de alimento. É o caso dos parasitoides de pupas, onde o tamanho do hospedeiro tem um papel importante na sua escolha. Neste caso, uma pupa maior pode apresentar quantidade superior de recursos disponíveis e contribuir para produção de maior número de descendentes (MARTINS *et al.*, 2020). Já para parasitoides de ovos da família Platygasteridae isso não é relevante, uma vez que, normalmente, ocorre o desenvolvimento de apenas um indivíduo por hospedeiro (RABINOVICH *et al.*, 2000).

Predadores zoofitófagos se alimentam de proteína animal, no entanto utilizam dieta complementar com plantas. Por outro lado, organismos fitófagos apesar da plasticidade quanto as espécies que consomem, permanecem restritos a nutrição à base de seiva de plantas. Assim, ovos de predadores poderiam ser mais adequados nutricionalmente. Queiroz, *et al.* (2018) ao avaliarem a preferência de *T. podisi* concluíram que este parasitoide

apresentou predileção por ovos do predador *P. nigrispinus*, que são menores, em relação aos do fitófago *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Heteroptera: Pentatomidae).

Além do sucesso no parasitismo e adequação ao hospedeiro, o potencial biótico de um inimigo natural depende, também, de sua capacidade reprodutiva. Por consequência, o desenvolvimento e emergência são etapas cruciais no valor adaptativo (*fitness*) dos parasitoides (COLINET *et al.*, 2005). Uma vez realizada a oviposição, fatores intrínsecos à qualidade do hospedeiro podem influenciar na sobrevivência do agente de controle. Dessa forma, a emergência representa o resultado de um somatório de aspectos que garantem a perpetuação da espécie e adequabilidade do inimigo natural. O máximo de taxa de emergência é um percentual de 100%, onde todo ovo parasitado origina um novo indivíduo. Entretanto, o vitelo presente no ovo do hospedeiro e características ambientais, fisiológicas e morfológicas podem afetar o desenvolvimento, emergência e eficiência do organismo em desenvolvimento. Diante disso, Queiroz *et al.* (2020) ao estudarem uma espécie de parasitoide, também do gênero *Trissolcus*, utilizando ovos dos pentatomídeos *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) e *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) como hospedeiros, relataram índice de emergência em torno de 80%. Esta taxa se aproxima dos valores encontrados neste trabalho de 92,5% e 79,5% para *P. nigrispinus* e *P. sagitta*, respectivamente.

Em ambos os tratamentos, o período de desenvolvimento do parasitoide foi aproximadamente 1 dia mais curto no sexo masculino em relação ao feminino. Em geral os machos emergem 24 horas antes das fêmeas. Após a emergência, estes tendem a permanecer sobre a postura de origem esperando a emergência das fêmeas, ou ainda, buscam outras posturas parasitadas, visando garantir que 100% delas sejam fertilizadas (CAVE, 2000).

A qualidade dos ovos de um hospedeiro está relacionada ao processo de acúmulo de nutrientes durante a ovogênese e maturação. Predadores asopíneos, principalmente do gênero *Podisus*, apresentam corpo gorduroso associado à produção de proteínas nutritivas que compõe o vitelo (SOARES *et al.*, 2011). Este é responsável pela nutrição do embrião durante seu desenvolvimento, sendo a principal fonte nutricional do inimigo natural na fase imatura e sua qualidade pode ter impacto significativo no ciclo ovo adulto. Hospedeiros mais adequados, geralmente, proporcionam um desenvolvimento mais curto nesta fase do parasitoide (YEARGAN, 1980; SUJII *et al.*, 2002). A produção de energia, desenvolvimento celular, crescimento e produção de hormônios são afetados pelo equilíbrio nutricional do indivíduo (SAADAT *et al.*, 2014). Tais aspectos influenciam o

período de desenvolvimento e uma diferença neste parâmetro pode ser reflexo da distinção nutritiva entre os hospedeiros (FEI *et al.*, 2016; GAO *et al.*, 2016). A não ocorrência de diferença significativa neste estudo indica semelhança na adequabilidade hospedeira entre os dois percevejos predadores, entretanto esse fato não remete que ambos sejam de qualidade.

O período ovo-adulto obtido neste estudo foi semelhante aos resultados obtidos por Torres *et al.* (1997) que encontraram 12 e 13 dias para machos e fêmeas de *T. brochymenae* em ovos de *P. nigrispinus*, sem diferença significativa entre sexos, sugerindo que o período de desenvolvimento não tenha sido influenciado pelo hospedeiro.

No parâmetro razão sexual, foi observada alta proporção de fêmeas, sendo uma condição comum em parasitoides da família Platygasteridae. Nesta espécie, como em várias outras de parasitoides Hymenoptera, além da reprodução sexuada que produz ambos os sexos, pode ainda ocorrer a partenogênese telítica, aumentando o número de fêmeas (FOERSTER e NAKAMA, 2002; BUENO; PARRA; BUENO, 2009). A quantidade de fêmeas é uma importante variável para perpetuação desses inimigos naturais, pois por ser o agente responsável pela detecção e oviposição no hospedeiro, influencia diretamente a eficácia do controle biológico. As razões sexuais observadas no presente estudo estão dentro das faixas encontradas por Torres, *et al.* (1997) em que *T. podisi* e *T. brochymenae* coletados em campo, parasitando ovos de *P. nigrispinus*, foram em torno de 0,88 e proporção de 1:5,7 (machos/fêmeas). A alta produção de fêmeas já era prevista neste estudo, uma vez que espécies de *Trissolcus* e *Telenomus* caracterizam-se por apresentarem progênes com alta razão sexual (JAMES, 1988).

A longevidade, além de ser uma característica intrínseca da espécie, está relacionada à vários fatores como alimentação, condições ambientais, gasto de energia durante a cópula, oviposição (PACHECO; CORREA-FERREIRA, 2000) e qualidade do hospedeiro (SILVA *et al.*, 2016).

Os valores de longevidade de *T. brochymenae* foram relativamente altos quando comparados às de *T. podisi* em *P. nigrispinus* obtidas por Taguti (2019), que foi de 42,5 dias para fêmeas, na mesma temperatura utilizada neste estudo. Em campo, já foi relatado que a longevidade de *Trissolcus* e *Telenomus* em pentatomídeos pode chegar de sete a oito meses. Isso sugere que esses parasitoides podem utilizar um mecanismo de quinetopausa no estágio adulto, sendo possível sobreviverem em condições climáticas adversas (DOETZER e FOERSTER, 2007). Os indivíduos sujeitos às essas condições minimizam os processos metabólicos para sobreviverem durante o período inóspito. Após essa fase retomam seu

desenvolvimento sem grandes prejuízos nos parâmetros biológicos. Dessa forma, temperaturas mais elevadas acabam reduzindo a quantidade de lipídios alocados durante o desenvolvimento larval do parasitoide, o que leva à redução da longevidade adulta e ao menor número de ovos parasitados (TAGUTI, 2019).

Os altos níveis de longevidade do *T. brochymenae*, em condições de laboratório, podem ser devido ao fato da temperatura ter sido constante durante todo o experimento, poupando o inseto de se submeter às condições adversas. Podem, ainda, serem explicados pelo fato dos adultos terem sido alimentados durante todo o seu tempo de vida, pois na falta de alimento são suscetíveis à fome e à morte precoce (FEI *et al.*, 2016). Em estudos conduzidos na EMBRAPA-CNPSO, a longevidade de machos e fêmeas de *T. bassalis* em ovos de pragas da soja, à 26°C foi de 4,7 e 3,0 dias respectivamente, quando não houve oferta de alimento (CORREA-FERREIRA, 1993).

Fêmeas originadas de ambos hospedeiros tiveram uma longevidade superior aos machos. Assim é previsível que em campo o parasitismo persistirá por mais tempo, já que a alta longevidade das fêmeas permite o parasitismo por mais dias ao longo da vida, ovipositando em maior número de ovos (TAGUTI, 2019). Por outro lado, a maioria das fêmeas de parasitoides da ordem Hymenoptera são sinovigênicas, ou seja, dependem da alimentação para continuarem a produzir ovos até o final de sua vida (BERTI FILHO e MACEDO, 2011). De maneira geral, a quantidade de hospedeiros alternativos de *Trissolcus* influencia sua longevidade na natureza, uma vez que durante o período de escassez dos ovos das pragas, eles contribuem para manutenção do parasitoide no campo (GÖZÜAÇIK e YİĞİT, 2016).

Outro parâmetro que pode auxiliar na adequabilidade de um parasitoide em um hospedeiro é a sua morfologia que está diretamente relacionado às variações ambientais e a qualidade do hospedeiro, atuando possivelmente na redução do tamanho do parasitoide (GRENIER *et al.*, 2001). O tamanho da tibia, é considerado um bom indicador da qualidade de diferentes hospedeiros (QUEIROZ *et al.*, 2020). Medições diretas do comprimento do corpo podem ser imprecisas, devido à deformações abdominais e retração de tecidos, após a morte ou na ausência de alimento. Por isso, o tamanho do corpo normalmente é obtido pela medição de órgãos esclerotizados, como a cápsula cefálica e ou tibia posterior (AMERI *et al.*, 2013).

A exemplo do presente estudo, Queiroz, *et al.* (2020) ao avaliarem as características biológicas de *Trissolcus urichi* (Hymenoptera: Platygasteridae) criados em

dois hospedeiros, também não encontraram diferenças significativas no comprimento da tíbia entre os sexos, embora houvesse diferença no tamanho dos ovos destes hospedeiros. Outro aspecto importante a ser considerado na morfologia do corpo de um inimigo natural, principalmente da tíbia, é a sua influência no forrageamento. Em parasitoides de ovos o voo é importante em pequenas distâncias e o caminhar pode contribuir significativamente na busca por hospedeiros. Estudos mostraram relação positiva entre o tamanho da tíbia e a agilidade do parasitoide em encontrar seu hospedeiro, sugerindo que diferenças morfológicas podem beneficiar o forrageamento (VISSER, 1994). Além disso, a superfície irregular encontrada no ambiente natural pode ser um limitante para indivíduos que apresentem tíbias com tamanho reduzido (BOYLE *et al.*, 2020). Estes autores ao estudarem a velocidade de caminamento de parasitoide do mesmo gênero do presente estudo, *Trissolcus japonicus* (Ashmead, 1904) (Hymenoptera: Platygasteridae), notaram diminuição no ritmo deste parâmetro em indivíduos com tíbias menores. Inclusive, propuseram que isso poderia influenciar a capacidade de busca ativa por um hospedeiro e diminuir a taxa de sucesso de encontro.

Os resultados encontrados neste estudo demonstram que o parasitoide *T. brochymenae* não têm preferência exclusiva entre ovos de *P. nigrispinus* e *P. sagitta*, mesmo este último apresentando tamanho inferior. Devido a isso, presumiu-se que existe uma semelhança na disponibilidade de nutrientes entre as posturas das duas espécies de percevejos. Sendo assim, em estudos posteriores seria útil a realização de análise da composição química de ovos, para que se possa entender melhor o porquê da taxa de parasitismo e emergência, além dos demais parâmetros biológicos terem dado não significativos.

2.7. CONCLUSÃO

Em condições de laboratório não houve diferenças nos parâmetros biológicos do parasitoide *T. brochymenae* quando se desenvolveu em ovos dos percevejos predadores *P. nigrispinus* e *P. sagitta*, revelando a não preferência entre as posturas destes predadores.

Esse trabalho permitiu um melhor entendimento das interações entre o parasitoide e os percevejos predadores, seus possíveis hospedeiros. Porém, é importante ressaltar a necessidade de estudos adicionais, como a avaliação em maior número de gerações dos predadores, e principalmente, estudos em condições de campo para comprovar

se de fato essa interação intraguilda pode comprometer a população de predadores. E ainda, avaliar a taxa de parasitismo sem chance de escolha, já que diferentes resultados podem ser obtidos.

2.8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERI, M. *et al.* Morphometric indicators for quality assessment in the aphid parasitoid, *Lysiphlebus fabarum* (Braconidae: Phidiinae). **European Journal of Entomology**, v.110 n.3, p. 519-525, 2013.
- AUSTIN, A.D.; JOHNSON, N.F.; DOWTON, M. Systematics, evolution, and biology of Scelionid and Platygastriid wasps. **Annual Review of Entomology**, v.50, p.553-582, 2005.
- BERTI FILHO, E.; MACEDO, L. P. M. **Fundamentos de controle biológico de insetos-praga**. Natal: IFRN Editora,. p.104, 2011.
- BIN, F. *et al.* Antenna chemosensilla and glands, and their possible meaning in the reproductive behaviour of *Trissolcus basalis* (Woll.) (Hymenoptera: Scelionidae). **Entomologica**, v.30, p.33-91, 1989.
- BORGES, M.; ALDRICH, J.R. Attractant pheromone for Nearctic stink bug, *Euschistus obscurus* (Heteroptera: Pentatomidae): insight in to a Neotropical relative. **Journal of Chemical Ecology**, v. 20, p. 1095-1102, 1994.
- BOYLE, S.M.*et al.* Parental host species affects behavior and parasitism by the pentatomid egg parasitoid *Trissolcus japonicus* (Hymenoptera: Scelionidae). **Biological Control**, v.149, p.104324, 2020.
- BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.P.; BUENO, A. F. Biological characteristics and thermal requirements of a Brazilian strain of the parasitoid *Trichogramma pretiosum* reared on eggs of *Pseudoplusia includens* and *Anticarsia gemmatilis*. **Biological Control**, v.51, 355-361, 2009.
- CAVE, R.D. Biology, ecology and use in pest management of *Telenomus remus*. **Biocontrol News Information**, v.21, p.21-26, 2000.
- CIVIDANES, F.J.; FIGUEIREDO, J.G. Desenvolvimento e emergência de *Trissolcus brochymenae* (Ashmead) e *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) em diferentes temperaturas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.25, p.207-211, 1996.
- COLAZZA, S.; SALERNO, G.; WAJNBERG, E. Volatile and contact chemicals released by *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae) have a kairomonal effect on the egg parasitoid *Trissolcus basalis* (Hymenoptera: Scelionidae). **Biological Control**, n.16, v.3, p. 310-317, 1999.
- COLINET, H. *et al.* Host age and fitness-related traits in a koinobiont aphid parasitoid. **Ecological Entomology**, v.30, n.4, p.473-479, 2005.
- CONTI, E. *et al.* The role of host semiochemicals in parasitoid specificity: a case study with *Trissolcus brochymenae* and *Trissolcus simoni* on pentatomid bugs. **Biological Control**, v.29, p.435-444, 2004.

- CORREA-FERREIRA, B.S. Utilização do parasitoide de ovos *Trissolcus basalis* (Wollaston) no controle de percevejos da soja. **Circular técnica Embrapa-CNPSO**, n.11, p.1-40, 1993.
- CORREA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. Ocorrência sazonal e espectro hospedeiro de parasitoides de ovos associados com percevejos de soja. **Controle Biológico**, v.5, p.196-202, 1995.
- COSTA, C.O. *et al.* Preferência hospedeira do parasitoide *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) entre ovos de *Dichelops melacanthus*, e *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae). **XII Jornada Acadêmica da Embrapa Soja**, p. 38-46, 2017.
- DE CLERCQ P. Predaceous Stinkbugs (Pentatomidae: Asopinae). **Heteroptera of Economic Importance**, p.737-789, 2000.
- DE CLERCQ, P.; DEGHEELE, D. Influence of feeding interval on reproduction and longevity of *Podisus sagitta* (Heteroptera : Pentatomidae). **Entomophaga**, v.37, n.4, p.583-590, 1992.
- DOETZER, A.K.; FOERSTER, L.A. Desenvolvimento, longevidade e reprodução de *Trissolcus basalis* (Wollaston) e *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) em condições naturais durante a entressafra da soja no sul do Paraná. **Neotropical Entomology**, v.36, n.2, p.233-242, 2007.
- ERBILGIN, N., *et al.* Intraguild interactions between generalist predators and an introduced parasitoid of *Glycaspis brimblecombei* (Homoptera: Psylloidea). **Biological Control**, v.31, p.329-337, 2004.
- FEI, M.H. *et al.* Plant quantity affects development and survival of a gregarious insect herbivore and its endoparasitoid wasp. **PLoS One**, v.11, n.3, p. e0149539, 2016.
- FERREIRA, E.B.; CAVALCANTI, P.P.; NOGUEIRA, D.A. **ExpDes.pt: Pacote Experimental Designs (Portuguese)**. R package version 1.2.0. 2021.
- FOERSTER, L.A.; NAKAMA, P. A. Espécies de *Trissolcus* e *Telenomus* caracterizam-se por apresentarem progenies com alta proporção de fêmeas. **Neotropical Entomology**, v.31, n.1, p.115-129, 2002.
- GAO, S.K. *et al.* Effect of parasitoid density on the timing of parasitism and development duration of progeny in *Scleroderma pupariae* (Hymenoptera: Bethyridae). **Biological Control**, v.97, p.57-62, 2016.
- GRENIER, S. *et al.* Effects of the host species and the number of parasitoids per host on the size of some *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Biocontrol Science and Technology**, v.11, p.21-26, 2001.
- GÖZÜAÇIK, C.; YIĞIT, A. The alternative hosts of *Trissolcus* species, egg parasitoids of sunn pest and host-parasitoid interactions in Southeastern Anatolia Region, Turkey. **Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences**, v.62, p.68-74, 2016.

HERRICK, N.J. et al. Predation by *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae) on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) larvae parasitized by *Cotesia plutellae* (Hymenoptera: Braconidae) and its impact on cabbage. **Biological Control**, v.45, p.386-395, 2008.

ISIDORO, N. et al. Morphology of antennal gustatory sensilla and glands in some parasitoids Hymenoptera with hypothesis on their role in sex and host recognition. **Journal of Hymenoptera Research**, v.5, p.206-239, 1996.

JAMES, D.G. Fecundity, longevity and overwintering of *Trissolcus biproruli* Girault (Hymenoptera: Scelionidae) a parasitoid of *Biprorulus bibax* Breddin (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of the Australian Entomological Society**. v.27, p.297-301, 1988.

KASEM, A.E.; KOZLOVA, E.G.; ANISIMOV, A.I. Performance of a generalist predator, *Podisus maculiventris* (say) (Hemiptera: Pentatomidae) fed with adult grain moth *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Pyralidae) at late nymphal and adult stages. IOP Conference Series: **Earth and Environmental Science**, v.21, n.2, p.1-6, 2019.

MARTINS, D.J. et al. *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) recria em *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) submetida a diferentes dietas. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 87, e0512019, 2020.

NARANJO, S.E., ELLSWORTH, P.C., FRISVOLD, G.B. Economic value of biological control in integrated pest management of managed plant systems. **Annual Review of Entomology**, v.60, p.621-645, 2015.

OLIVEIRA, J.E.M. et al. Biologia de *Podisus nigrispinus* predando lagartas de *Alabama argillacea* em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n.1, p.7-14, 2002.

ORR, D.B. et al. Development and emergence of *Telenomus chloropus* and *Trissolcus basalis* (Hymenoptera: Scelionidae) at various temperatures and relative humidities. **Annals of the Entomological Society of America**, v.78, p.615-619, 1985.

PACHECO, D.J.P.; CORREA-FERREIRA, B.S. Parasitismo de *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) em populações de percevejos pragas de soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.29, n.2, p.295-302, 2000.

PEREIRA, F.F. et al. Biologia reprodutiva de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) com hospedeiros alternativos e naturais. **Zoologia**, v.27, n.6, p.887-891, 2010.

PARON, M.J.F.O; CRUZ, I.; CIOCIOLA, A.I. Efeito de genótipos de milho no parasitismo por *Trichogramma* spp. em ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.27, n.3, p.435-441, 1998.

PIETRANTUONO, A.L., et al. Food and host searching decisions made by *Ibalia leucospoides* (Hymenoptera: Ibalidae), a parasitoid of *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae). **Insect Behavior**, v.25, p.320-327, 2012.

PIRES, E.M. *et al.* Seven decades of studies with Asopinae predators in Brazil (1933-2014). **Bioscience Journal**, v.31, n.5, p.1530-1549, 2015.

PIRZADFARD, S. *et al.* Intraguild interactions of a generalist predator, *Orius albidipennis*, with two *Bemisia tabaci* parasitoids. **International Journal of Tropical Insect Science**, v.40, p.259-265, 2020.

PLUKE, R.W.H.; LEIBEE G.L. Host preferences of *Trichogramma pretiosum* and the influence of prior ovipositional experience on the parasitism of *Plutella xylostella* and *Pseudoplusia includes* eggs. **Biological Control**, v.51, p.569-583, 2006.

QUEIROZ, A.P. *et al.* Host preferences of *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae): parasitism on eggs of *Dichelops melacanthus*, *Euschistus heros*, and *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae). **Biological Control**, v.47, p.543-552, 2018.

QUEIROZ, A.P. *et al.* Effect of the ages of parasitoid and host eggs on *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae). **Neotropical Entomology**, v.6, n.48, p.974-982, 2019.

QUEIROZ, A.P. *et al.* Biological characteristics of *Trissolcus urichi* (Crawford) (Hymenoptera: Scelionidae) on *Euschistus heros* (Fabricius) and *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) eggs. **Scientific Reports**, v.10, 12441, 2020.

RABINOVICH, J.E. *et al.* Local mate competition and precise sex ratios in *Telenomus fariai* (Hymenoptera: Scelionidae), a parasitoid of triatomine eggs. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v.48, 308-315, 2000.

R CORE TEAM. A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: **R Foundation for Statistical Computing**; 2013.

RIDER, D.A. *et al.* Higher systematics of the Pentatomoidea J.E. McPherson (Ed.). **Invasive Stink Bugs and Related Species (Pentatomoidea): Biology, Higher Systematics, Semiochemistry, and Management**, Routledge. p.20-201, 2018.

SAADAT, D. *et al.* Comparison of the developmental time of *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) reared on five different lepidopteran host species and its relationship with digestive enzymes. **European Journal of Entomology**, v.4, n.111, p. 495-500, 2014.

SALERNO, G. *et al.* Kairomone involvement in the host specificity of the egg parasitoid *Trissolcus basalus* (Hymenoptera: Scelionidae). **European Journal of Entomology**, v.103, p.311-318, 2006.

SEVARIKA, M. *et al.* Genetic variation in the behavioural mechanisms involved in the response of the egg parasitoid *Trissolcus brochymenae* to contact chemical cues left by the pest *Murgantia histrionica*. **Ecological Entomology**, v.46, n.1, p.100-105, 2020.

SILVA, A.S. *et al.* Parasitismo e Desenvolvimento de *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae) em ovos de *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae). **Agroecol**, v.11, n.2, p. ISSN 2236-7934, 2016.

SNYDER, G.B. et al. Predator biodiversity strengthens aphid suppression across single- and multiple-species prey communities. **Biological Control**, v. 44, n. 1, p. 52-60, 2008.

SOARES, M.A. et al. Flight capacity, parasitism and emergence of five *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) species from forest areas in Brazil. **Phytoparasitica**, v.35: p.314-318, 2007.

SOARES, M.A. et al. Ovary development, egg production and oviposition for mated and virgin females of the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.33, n.4, p.597-602, 2011.

SOHRABI, F., et al. Intraguild predation by the generalist predator *Orius majusculus* on the parasitoid *Encarsia formosa*. **BioControl**, v.58, p.65-72, 2013.

SUJII, E.R. et al. Interações inter e intraguildas em espécies de parasitóides de ovos do complexo de percevejos da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.11, p.1541-1549, 2002.

TAGUTI, E.A. et al. *Telenomus podisi* parasitism on *Dichelops melacanthus* and *Podisus nigrispinus* eggs at different temperatures. **Florida Entomologist**, v.102, n.3, 607-613, 2019.

TARLA, Ş.A New host record and rate of parasitism for *Trissolcus semistriatus* (Hymenoptera: Scelionidae). **Entomological News**, v.128, n.1, p.91-95, 2018.

THULER, R.T. et al. Metodologia para avaliação da preferência hospedeira de parasitoides do gênero *Trichogramma* Westood. **Boletín Sanidad Vegetal**, v.33, p.333-340, 2007.

TORRES, J.B. et al. Mortalidade de *Podisus nigrispinus* (Dallas) por parasitoides de ovos em áreas de eucalipto. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.25, n.3, p.463-472, 1996a.

TORRES, J.B. et al. Parameters poblaciones de tres parasitoides (Hymenoptera: Scelionidae, Encyrtidae) utilizando el depredador *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista de Biología Tropical**, v.40, p.233-240, 1996b.

TORRES, J. B., PRATISSOLI, D., ZANUNCIO, J. C. Exigências térmicas e potencial de desenvolvimento dos parasitoides *Telenomus podisi* Ashmead e *Trissolcus brochymenae* (Ashmead) em ovos do percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.26, n.3, p.445-453, 1997.

TSCHUMI M. et al. High effectiveness of tailored flower strips in reducing pests and crop plant damage. **Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences**, n.1814, v.282, p.189-196, 2015.

VISSER, M.E. The Importance of being large: the relationship between size and fitness in females of the parasitoid *Aphaereta minuta* (Hymenoptera: Braconidae). **Journal of Animal Ecology**, v.63, n.4, p.963-978, 1994.

WANG Zhi-zhi. *et al.* Parasitoid wasps as effective biological control agents. **Journal of Integrative Agriculture**, v.8, n.4, p.705-715, 2019.

YEARGAN, K.V. Reproductive capability and longevity of the parasitic wasps *Telenomus podisi* and *Trissolcus euschisti*. **Annals of the Entomological Society of America**, v.75, p.181-183, 1980.

ZANUNCIO, J.C. *et al.* Hemipterous predators of eucalypt defoliator caterpillars. **Forest Ecology Management**, v. 65, n. 1, p. 65-73, 1994.

ZANUNCIO, J.C. *et al.* Parasitoides de ovos de *Podisus sculptus* Distant (Heteroptera: Pentatomidae) em uma plantação de *Eucalyptus* na região amazônica brasileira. **Revista Internacional de Ecologia Tropical**, v.48, p.989-992, 2000.

ZHOU, Y. *et al.* Increasing host age does not have the expected negative effects on the fitness parameters of an egg parasitoid. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.151, p.106-111, 2014.

APÊNDICE



Adulto de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). Vista dorsal.
Foto: Breno Vieira de Moraes.



Adulto de e *Podisus sagitta* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae). Vista dorsal.
Foto: Breno Vieira de Moraes



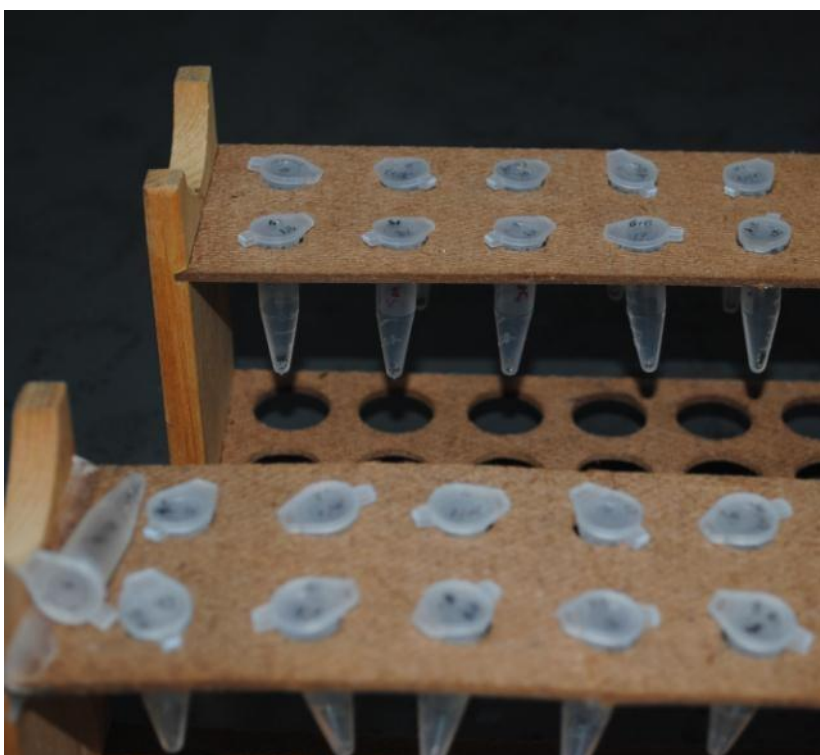
Arena de preferência hospedeira do parasitoide. Modelo adaptado de Thuler et al. (2007).



Posturas de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) parasitadas, aguardando emergência.



Posturas de *Podisus sagitta* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae), aguardando emergência.



Estrutura para armazenamento dos tubos eppendorfs até que ocorra a emergência de parasitoides.